

Teoria dos Campos Conceituais aplicada na verificação dos avanços e retrocessos no campo conceitual de soluções.

Mara Cristina Pane¹ (PG), Miriam P. do Carmo¹ (PG), Susan Bruna C. Aragão¹(PG), Ticiane Silveira Neto^{1*} (PG). ticianesneto@usp.br

¹ Universidade de São Paulo – Programa Interunidades de Ensino de Ciências – IF/IQ/FE/IB

Palavras- Chave: Teoria da didática, Campos conceituais, concepções dos estudantes, ensino médio.

Resumo: O objetivo deste trabalho foi o estudo dos avanços e retrocessos das concepções dos alunos no campo conceitual de soluções na construção de modelos que permitissem interpretar o processo de dissolução como um conjunto de interações entre as partículas constituintes do sistema. A pesquisa foi aplicada aos alunos da 3ª série do Ensino Médio em São Paulo. Para o desenvolvimento da análise dos dados deste trabalho, utilizou-se a teoria dos campos conceituais de Vergnaud como uma ferramenta de análise. Desta pesquisa, foram selecionadas seis tarefas e analisadas as respostas de três alunos. Buscou-se verificar os invariantes operatórios (I), e o conjunto de representações (R) simbólicas apresentados. Desta forma, acompanhou-se o desenvolvimento dos conceitos, ao longo da aprendizagem dos alunos, considerando o triplete (S-I-R) de Vergnaud. De acordo com os resultados, foi possível verificar avanços e retrocessos nos teoremas e conceitos-em-ação dos quatro alunos no campo conceitual de solução.

Introdução

Este trabalho teve como objetivo utilizar a teoria dos campos conceituais de Vergnaud como uma ferramenta para analisar os avanços e retrocessos da elaboração do conceito de soluções nos modelos explicativos de três estudantes da 3ª série do Ensino Médio de uma escola da rede pública de ensino de São Paulo.

Aplicando a teoria dos campos conceituais, pretende-se analisar se o aluno coloca em ação conceitos relativos à: ligações químicas, substâncias, modelo particular da matéria e interações químicas.

Escolheu-se esse tema por estar relacionado ao dia a dia dos estudantes, uma vez que a maioria das substâncias que encontram em suas vidas são misturas, tais como: sucos, plasma sanguíneo, água mineral, refrigerantes, vinho, ar atmosférico, remédios, gasolina, aço, latão, entre outros. Do ponto de vista do currículo de química, soluções é um tema básico, pois tópicos como transformações químicas, eletroquímica e equilíbrio químico estão relacionados a ele. (Carmo, 2005)

Nesse sentido, decidiu-se usar os dados da pesquisa citada anteriormente, pois ela proporcionou a criação de situações de ensino que permitissem: A construção do conceito de solução como uma mistura homogênea de substâncias e a diferenciação entre substância e solução; A construção do conceito de solubilidade como a quantidade de soluto capaz de se dissolver em uma dada quantidade de solvente, em determinadas condições de temperatura e pressão, para em seguida, evoluir para conceitos de solução saturada e insaturada; A interpretação do processo

de dissolução como um conjunto de interações que ocorrem entre as partículas da solução.

Portanto, pretende-se responder a seguinte questão: “Baseando-se na teoria dos campos conceituais de Vergnaud poderá se verificar se o aluno aplica os conhecimentos sobre soluções de forma progressista e cada vez mais elaborada em situações diversas?”.

A hipótese para responder a essa pergunta é que a ferramenta dos campos conceituais de Vergnaud pode proporcionar a verificação de avanços e retrocessos no campo conceitual de soluções.

Fundamentação teórica

A teoria dos campos conceituais de Vergnaud é uma teoria psicológica cognitivista, com base piagetiana. Vergnaud amplia a teoria de Piaget e redireciona o foco das operações lógicas gerais do pensamento para o estudo cognitivo do “sujeito-em-situação”, tomando como referência o próprio conteúdo do conhecimento e a análise conceitual do domínio desse conhecimento. (Vergnaud, 1994)

Essa teoria foi desenvolvida como ferramenta de análise das condições de compreensão do significado do saber escolar pelo aluno e visa respeitar uma estrutura progressiva de elaboração de conceitos. Para Vergnaud, os campos conceituais seriam “*um conjunto informal e heterogêneo de problemas, situações, conceitos, relações, estruturas, conteúdos e operações de pensamento, conectados uns aos outros e, provavelmente, entrelaçados durante o processo de aquisição.*” Também define, mais restritamente, “*um conjunto de situações cujo domínio requer, por sua vez, o domínio de vários **conceitos** de natureza distinta*” (Vergnaud, 1996).

Vergnaud define conceito com base em uma tríade de conjuntos (C): as situações (S), darão sentido ao conceito; os invariantes operatórios (I), são conceitos-em-ação e teoremas-em-ação podem ser reconhecidos e usados pelos sujeitos para analisar e dominar as situações do primeiro conjunto; e as representações simbólicas (R), são linguagem, gráficos, diagramas, entre outros que podem ser usadas para indicar e representar esses invariantes. (Moreira, 2002). Tais conjuntos devem ser sempre considerados, em aplicação, de forma simultânea integrando-se totalmente.

Conceito, nesta teoria, é considerado como algo em permanente estado de devir, no sentido de que estaremos sempre nos aproximando da sua objetividade, universalidade, sem, contudo, considerá-lo como uma entidade acabada. Dessa forma, pode estar em permanente expansão a partir de novas situações criadas para o sujeito. Sendo assim, o sentido de conceito está fortemente associado à atividade de resolução de problemas. (Pais, 2011).

Vale ressaltar que a definição de situação utilizada por Vergnaud não é o de situação didática, mas sim, o de tarefa, problemas propostos em determinada situação, sendo importante, então, conhecer sua natureza e dificuldades próprias. É a partir da situação que se chega ao conceito, ou seja, para Vergnaud é a situação que dá sentido ao conceito. Assim, diante das situações o aprendiz aciona seus esquemas, que são organizações invariantes do comportamento para uma determinada classe de situações.

Esse procedimento quando aplicado de forma dinâmica e com certa continuidade provoca um estado de “apreensão”, que caracteriza a disponibilidade

do sujeito colocar em ação novos procedimentos de raciocínio, e não simplesmente repetir modelos, fórmulas, algoritmos e ações automatizadas (Pais, 2011).

Os esquemas são a maior contribuição de Piaget para essa teoria. Vergnaud coloca quatro itens de um esquema: metas e antecipações, por ser orientador de uma classe de situações; regras de ação, busca por elementos que dirigem a sequência de ações do sujeito; invariantes operatórios que guiam a construção dos modelos mentais; possibilidades de inferências, que determinam as regras e antecipações a partir das informações e dos invariantes operatórios dos quais dispõem o sujeito (Carvalho e Aguiar, 2008). Cada esquema é relativo a uma determinada classe de situações, então, haverá classes em que o sujeito conhecendo-a usará apenas um esquema automatizado para resolvê-la; em outra, não possuindo competências necessárias, precisará acionar vários esquemas, que competirão entre si para atingir o objetivo almejado e precisarão recombina-se, para serem mais uma vez acomodados.

Apesar de essa teoria ser aplicada principalmente na área de matemática, ela também pode ser usada como instrumento de análise da aprendizagem em outras ciências. O uso da teoria de campos conceituais na pesquisa em ensino de ciências se dá, por exemplo, através da análise do conhecimento por meio de acompanhamento dos alunos diante de respostas a resolução de problemas. Assim, é possível perceber as estratégias dos alunos, seus esquemas e seus modelos mentais construídos frente a novas situações propostas. A análise também permite observar a evolução de modelos explicativos propostos pelo aprendiz, inferida a partir de teoremas e conceitos-em-ação. (Carvalho e Aguiar, 2008).

Metodologia

Os dados analisados foram extraídos da dissertação de uma das autoras (Carmo, 2005), cuja pesquisa foi aplicada aos alunos da 3ª série do Ensino Médio, os quais ainda não haviam passado pelo ensino de soluções. A pesquisa foi realizada em um colégio da rede pública estadual de São Paulo.

Desta pesquisa, foram selecionadas seis tarefas (conjunto de situações-S) e foram analisadas as respostas de três alunos da 3ª série do Ensino Médio, nas quais, buscou-se verificar os invariantes operatórios (I), teoremas e conceitos-em-ação, bem como o conjunto de representações (R) simbólicas apresentados. Escolheram-se algumas questões dentre as originais da pesquisa que atendessem a construção dos conceitos dentro do campo conceitual de solução. Desta forma, considerou-se o triplete (S-I-R) de Vergnaud, para analisar o desenvolvimento e o uso dos conceitos, ao longo da aprendizagem.

Na tabela 1, segue a descrição das situações extraídas da pesquisa, nas quais os conceitos foram operacionalizados pelos alunos para a resolução de uma tarefa, e a descrição de cada uma destas tarefas.

Nesta fase inicial, antes do ensino de solução, para cada questão proposta, buscou-se verificar os teoremas e conceitos-em-ação e as possíveis representações manifestadas pelos alunos para dar sentido à situação, elaborando uma tabela que evidenciasse o conjunto S-R-I. Este procedimento se repetiu para cada uma das situações de 1 a 6 e para cada aluno analisado.

Na situação 1, fase da aplicação do questionário prévio, as questões 1 e 2 exigiam que o aluno resolvesse uma tarefa apresentando suas concepções. Na

questão 4, o aluno deveria representar através de desenho e da escrita. O objetivo foi verificar suas concepções sobre continuidade ou descontinuidade da matéria. A questão 7, explorava as noções microscópicas em relação ao processo de dissolução, supondo a utilização de instrumentos de maior capacidade de observação. Por fim, a questão 10 buscou verificar conceitos que tinham de solução saturada e insaturada.

As situações 2 a 5 ocorreram em um momento no qual o aluno foi submetido a um ensino com perspectivas construtivistas que abordavam ideias sobre solução e dissolução. Nessas situações os alunos foram levados a realizar tarefas de verificação, observação e classificação, de modo a utilizar os conceitos em diversas situações. Deve-se fazer uma ressalva na situação 4, quando o aluno deveria elaborar um mapa conceitual para organizar as concepções até então estabelecidas. Entretanto, os alunos não conseguiram construir um mapa conceitual, apenas esquemas explicativos que evidenciaram suas ideias.

Após 3 meses do ensino, uma nova situação foi aplicada, situação 6, quando foi proposto aos alunos um questionário final, que abrangeu as questões 1, 2, 3, 4.

Tabela 1 – Descrição da sequência de situações.

Data de aplicação	Situações (S)	Tarefas	Descrição das tarefas
11-03-2003	Situação 1	Questionário prévio, do qual foram analisadas as questões 1, 2, 4, 7,10, que serão apresentadas na análise dos dados.	Questões para análise das concepções dos alunos sobre soluções, substâncias e misturas, soluções saturadas, insaturadas, solubilidade, processo de dissolução, caracterização das soluções, interação entre as partículas em um processo de dissolução.
18-03-2003	Situação 2	Experimento 1: Observação, pelos alunos, de alguns sistemas materiais e estabelecimento de um critério para a classificação dos sistemas em substâncias puras.	Diferenciar, entre os sistemas materiais, os representativos de substâncias puras, compreendendo a diferença entre misturas de substâncias.
21-03-2003	Situação 3	Cromatografia (Experimento de Verificação)	Realizar a cromatografia de tinta de caneta. Experimento discrepante (cromatografia da tinta de caneta esferográfica), cuja finalidade foi perturbar a concepção dos alunos, de que um sistema homogêneo não é necessariamente representativo de substância pura.
21-03-2003	Situação 4	Mapa conceitual (Organização)	Construir um mapa conceitual baseado no experimento da cromatografia seguidos de discussões após sua realização com a finalidade de organizar os conceitos construídos de acordo com suas concepções.
25-03-2003	Situação 5	Experimento 2 (Classificação)	Analisar sistemas e classificar soluto, solvente, solução. Tomar conhecimento da existência das soluções: sólidas, líquidas e gasosas, segundo a natureza dos componentes e os limites de solubilidade.
27-06-2003	Situação 6	Questionário final	Questões sobre dissolução (elaboração de modelos microscópicos)

Assim, foram analisados os possíveis avanços e retrocessos da aprendizagem dos alunos a partir de suas respostas em cada situação, estabelecendo uma trajetória de aprendizagem ao longo da sequência de situações, antes, durante e após o ensino. Na tabela 2, apresentam-se os objetivos das questões presentes no questionário final. Considerou-se neste trabalho, que para a análise dos avanços e retrocessos dos modelos explicativos apresentados pelos alunos, quando colocam em ação seus conceitos e teoremas, um conjunto de ideias é necessários para a compreensão do

conceito de solução e do processo de dissolução, os quais são apresentados na tabela 3.

Tabela 2 – Objetivos do questionário pós-ensino – Situação 6

Questão	Objetivo
1 e 4	Verificar se o aluno construiu o conceito de soluções como uma mistura homogênea de substâncias e se ele distinguiu entre um sistema representativo de solução e de substância pura.
2	Verificar se o aluno considera a existência de soluções sólidas, líquidas e gasosas, exemplificando e distinguindo-as no contexto do cotidiano.
3	Verificar se o aluno diferencia entre solução saturada e insaturada, utilizando o conceito de solubilidade.
4b	Verificar se o aluno elaborou um modelo explicativo para justificar a dissolução como um conjunto de interações entre as partículas de soluto/solvente.

Tabela 3: Critérios estabelecidos para a construção do conceito de solução e processo de dissolução.

Critério de codificação	Descrição
A	Diferenciação entre substância pura e soluções.
B	Diferenciação entre mistura homogênea de substâncias (solução) e mistura heterogêneas de substâncias,
C	Caracterização dos constituintes de uma solução (soluto e solvente)
D	Diferenciação entre os tipos de soluções (sólidas líquidas e gasosas)
E	Construção e compreensão do limite de solubilidade.
F	Visão microscópica da dissolução (interações entre as partículas do soluto e do solvente).

Após a análise dos invariantes operatórios e representações que os alunos manifestaram em cada uma das situações, atribuíram-se valores de 0 a 3, observando se houve avanços e retrocessos em seus teoremas e conceitos-em-ação quando comparados aos critérios estabelecidos (tabela 3) para a construção do conceito de solução e do processo de dissolução. A descrição dos valores segue na tabela 4, a seguir:

Tabela 4: Critérios atribuídos para análise de avanços e retrocessos dos alunos na construção do conceito de solução e processo de dissolução.

Critério de codificação	Descrição
0	Ausência de concepções relativas ao critério adotado.
1	Presença de concepções relativas ao critério adotado.
2	Retrocessos em seus teoremas e conceitos-em-ação.
3	Avanços em seus teoremas e conceitos-em-ação.

Com estes dados, foi construído, para cada aluno, um gráfico representativo de sua progressão conceitual. Desta forma, foi possível verificar o desenvolvimento de conceitos e suas aplicações ao longo de uma série de situações.

Análise dos Resultados

Análise do aluno “X”

Na situação 1, pode-se verificar que o aluno “X” considerou a solução como uma mistura de elementos ou substâncias, sem especificação de fases, ou seja, critério A. Apresentou conceitos sobre soluto e solvente (critério C), porém, como entidades macroscópicas e não considerou interações entre partículas na dissolução, portanto, ausência de concepções no critério F. A dissolução é representada com uma visão contínua da matéria, e mistura para o aluno é sinônimo de aparência homogênea. Suas ideias sobre solução saturada e insaturada se encontram no nível das concepções não cientificamente aceitas (critério E). Concepções de acordo com o critério C e D não foram questionadas nessa situação.

Na situação 2, o aluno regrediu em relação à situação 1 quanto ao aspecto da diferenciação entre os sistemas materiais, aquele representativo de mistura de substância ou substância pura (critério A).

Na situação 3 e 4, o aluno voltou a considerar que na substância ocorre a existência de um componente, enquanto que na mistura aparece mais de uma substância, portanto, verificou-se avanço no critério A, porém, não conseguiu diferenciar mistura homogênea de heterogênea, ausência do critério B.

A seguir, segue o esquema explicativo, figura 1, feito pelo aluno “X” descrevendo suas ideias durante a situação 3 e 4:

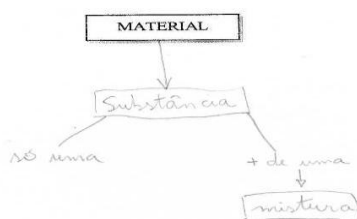


Figura 1: Esquema explicativo do aluno X para diferenciar entre mistura e substância. Portanto, o aluno ainda aplicou os invariantes operatórios implícitos (conceitos e teoremas-em-ação). Ele conseguiu identificar solução como sendo um sistema homogêneo, no entanto, não houve diferenciação entre mistura homogênea e heterogênea.

Tabela 5: Teoremas-em-ação e Conceitos-em-ação do aluno “X” em cada uma das situações

Situações	Invariantes operatórios (teoremas-em-ação e conceitos-em-ação)	Representações simbólicas
Situação 1	Solução é uma mistura de alguns elementos. Em uma solução sempre existem soluto e solvente. Dissolução é uma mistura de duas ou mais substâncias. Quando misturamos podemos ter uma mistura só. Na dissolução o sal e o açúcar se misturam passando por invisíveis, mas continuam lá. Solução saturada é uma solução com muito sal e insaturada com pouco sal.	Visão contínua da matéria Água com sal Desenho
Situação 2	Todos, para mim, são substâncias puras.	
Situação 3	Substância é uma só. Mistura é mais de uma substância.	
Situação 4	Solução tem uma fase só. Substância tem um só componente. Mistura tem mais de um componente. Diferencia entre os tipos de soluções.	
Situação 5	Solução insaturada não atingiu a quantidade máxima de sólido dissolvido. Na solução saturada existe uma quantidade máxima de sólido dissolvido. Diferenciação dos tipos de soluções, sólido, líquido e gasoso.	
Situação 6	Solução sólida é tudo que envolve sólido, solução líquida tudo que envolve líquido e, gasosa tudo que envolve gás.	
	Solução saturada é quando uma mistura deixa de misturar (por causa da quantidade de soluto) e insaturada sempre se mistura. Substância pura não tem nada misturado.	

Na situação 5, pode-se observar uma diferenciação entre os tipos de soluções, sólidas, líquidas e gasosas, critério D. Observou-se também, um avanço na

apresentação das concepções do aluno ao definir solução saturada e insaturada levando em consideração a quantidade de sólido dissolvido, avanço nos critérios B e E.

Na situação 6, observou-se um retrocesso na diferenciação de substância e mistura e um avanço no critério E, pois a ideia de um limite de solubilidade foi estabelecida.

Pela análise dos dados, pode-se construir um gráfico ilustrando os avanços e retrocessos do aluno “X”, a seguir:

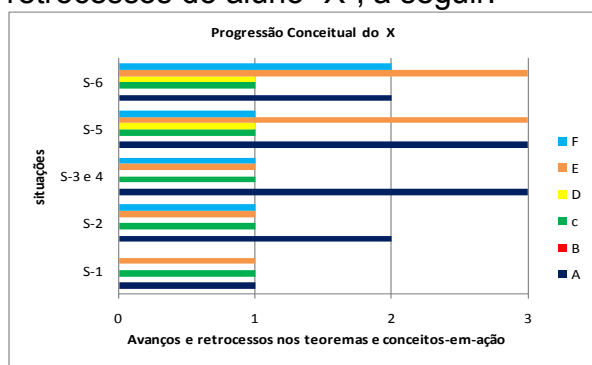


Gráfico 1: Avanços e retrocessos dos teoremas e conceitos-em-ação do aluno “X”

Observaram-se avanços e retrocessos durante a operacionalização dos esquemas do aluno “X”, na sequência de situações. Nas situações 3, 4 e 5, houve um avanço nas concepções em relação ao critério A, diferenciação entre substância pura e soluções, porém, as concepções desse mesmo critério, sofreram retrocesso na situação 6.

Também houve um avanço nas concepções em relação ao critério E, pois a ideia de solução saturada e insaturada se constituiu na situação, e manteve-se na 6.

A visão microscópica do processo de dissolução apresentou-se na situação 2, e permaneceu até a situação 5. Porém, houve um retrocesso dessas concepções na situação 6.

Análise do aluno “Y”

Na situação 1, o aluno “Y” apresentou concepções espontâneas advindas do seu cotidiano, que não podem ser consideradas corretas cientificamente, tais como, as substâncias ao se misturarem podem formar outras substâncias (critério A), solução saturada é a solução que deu certo ao contrário da insaturada (critério E). Embora represente a dissolução por “pontinhos” indicativos de partículas, apresentou uma visão continua da matéria, pois atribuiu a estas partículas propriedades macroscópicas, portanto, sua concepção sobre mistura se encontra no nível macroscópico (critério F).

A partir da situação 2, o aluno iniciou o processo de reconstrução dos seus esquemas, mas permaneceu nos mesmos níveis da situação 1. Já, na situação 3 e 4, a definição de substância permanece sendo um conceito-em-ação, mas pode-se identificar um avanço, pois o aluno conseguiu diferenciar misturas, podendo ser homogênea ou heterogênea, além disso, ele reconheceu uma mistura homogênea como sendo uma solução.

Isso pode ser melhor observado no seguinte esquema explicativo, figura 2, formulado pelo aluno “Y”:

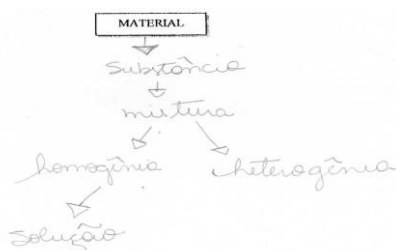


Figura 2: Esquema explicativo do aluno Y para diferenciar entre mistura e substância.

Tabela 6: Teoremas em Ação e Conceitos em Ação do aluno “Y” em cada uma das situações

Situação	Invariantes operatórios (teoremas-em-ação e conceitos-em-ação)	Representações simbólicas
Situação 1	Em uma mistura de substâncias, elas podem se juntar ou não. No processo de dissolução, as partículas diminuem de tamanho até ficarem transparentes. Solução saturada ocorre quando a mistura deu certo. Solução insaturada ocorre quando a mistura não deu certo.	Visão macroscópica da matéria Água com sal Desenho
Situação 2	Substância é todo elemento que não foi misturado e que dá para misturar, formando uma solução.	
Situação 3	Substância é uma mistura. Mistura pode ser homogênea ou heterogênea. Solução é uma mistura homogênea.	
Situação 4	Substância é um componente apenas. Mistura é dois componentes misturados. Mistura heterogênea de dois componentes possui duas fases.	
Situação 5	Solução saturada existe uma quantidade máxima de sólido dissolvido, dissolve mais sólido, não há sólido no fundo. Solução insaturada há um sólido no fundo, não dissolve mais sólido, não atingiu a quantidade máxima de sólido dissolvido. Diferenciação dos tipos de soluções, sólido, líquido e gasoso.	
Situação 6	Solução é a mistura de dois componentes. Solução é uma mistura homogênea. Solução sólida é tudo que dá para pegar. (sic) Solução líquida são líquidos diferentes de água. Solução gasosa é tudo que não dá para pegar. (sic) Solução saturada é aquela que chegou ao limite de dissolução. Solução insaturada é aquela que não chegou ao limite de dissolução. Substância pura é aquela que tem um só componente.	

Na situação 5, o aluno continuou avançando, ampliando suas concepções sobre solução saturada e insaturada, critério E. Nesse momento, ele definiu solução saturada sendo aquela que atingiu o limite máximo de dissolução de um sólido e não há corpo de fundo, conceito considerado científico. Porém, quando definiu solução insaturada, o aluno ainda não atingiu o conceito científico esperado, pois definiu esse conceito como sendo aquele que há um sólido no fundo, não dissolve mais sólido e não atingiu a quantidade máxima de sólido dissolvido.

Finalmente, no questionário pós-ensino, situação 6, pode-se observar que alguns dos invariantes operatórios identificados, sofreram avanços nos teoremas e concepções-em-ação em alguns critérios: A: conceito de substância pura sendo aquela que possui apenas um componente e solução sendo uma mistura homogênea; E:

solução saturada sendo aquela que atingiu o limite de dissolução e solução insaturada que não atingiu o limite de dissolução e F: visão microscópica da matéria, uma vez que o aluno aplicou essas ideias, representando a molécula da água e considerando forças atrativas e polaridade.

De maneira análoga ao aluno “X”, construiu-se o seguinte gráfico com os avanços obtidos pelo aluno “Y”:

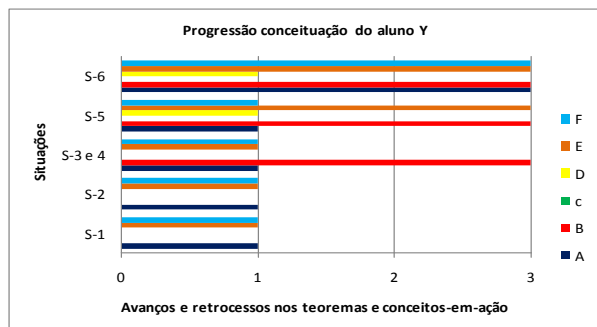


Gráfico 2: Avanços e retrocessos dos teoremas e conceitos-em- ação do aluno “Y”

Os teoremas e conceitos-em-ação do aluno “Y” não sofreram nenhum retrocesso. Na situação 6, pós-ensino, o aluno avançou em suas concepções referentes aos critérios A, B, E e F, pois as ampliou ao diferenciar substância pura de mistura e solução de mistura heterogênea. Além disso, construiu um modelo microscópico de dissolução, embora ainda não científico. Foi possível perceber durante a trajetória nas situações que o aluno empregou teoremas e conceitos-em-ação ampliando seus modelos explicativos de uma situação a outra. Observou-se que embora diferencie entre os tipos de soluções, o aluno não utilizou em nenhum momento os termos soluto e solvente como constituintes importantes das soluções, o que não se pode afirmar que não os tenha em mente, podendo ser um conceito implícito.

Análise do aluno “W”

Na situação 1, o aluno pareceu aplicar os termos solutos e solventes de forma algorítmica, sem atentar para o significado destes termos na definição de solução (critério C). Isto pode ser confirmado, pois se notou que diluir é o mesmo que dissolver, o que implica em concepções incoerentes em relação aos conceitos de solução. Em sua representação simbólica foi possível notar uma visão contínua da matéria (critério F), pois após a agitação não representou mais as partículas constituintes da solução e em nenhum momento se referiu ao sal com ideias particulares da matéria. Também isso se confirmou, pois, mesmo supondo a ajuda de equipamentos mais potentes de visualização, o aluno não acionou conceitos que sustentem a visão microscópica da solução. Em relação ao critério E, solução saturada e insaturada são ideias, nas quais, o aluno não tem nenhuma familiaridade.

Na situação 2, a ideia de substância permaneceu equivocada, pois o aluno pareceu confundir substância e mistura, o que demonstrou um retrocesso na utilização de seus teoremas e conceitos-em-ação (critério A).

Na situação 3 e 4, o aluno pareceu tentar diferenciar mistura homogênea de heterogênea. Mas, apenas destacou, no seu esquema explicativo, que material homogêneo pode ser uma mistura. Este fato pode ser visto no esquema explicitado pelo aluno, na figura 4:

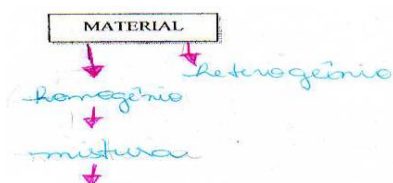


Figura 4: Esquema explicativo do aluno “W” para diferenciar mistura de substância.

Tabela 6: Teoremas em Ação e Conceitos em Ação do aluno “W” em cada uma das situações

Situação	Invariantes operatórios (teoremas-em-ação e conceitos-em-ação)	Representações simbólicas
Situação 1	Solvente e soluto como propriedades da solução Diluição como sinônimo de dissolução. Não expressa concepções sobre solução saturada e insaturada.	
Situação 2	Substância é uma mistura de componentes de difícil distinção. Existem vários tipos de substâncias: sólidas, líquidas.	
Situação 3	Material Homogêneo. Material heterogêneo. Mistura.	
Situação 4	Mistura é um material homogêneo	
Situação 5	Identifica entre os diversos tipos de soluções sólidas, líquidas e gasosas. Substância é uma mistura homogênea Mistura apresenta moléculas diferentes.	
Situação 6	Mistura homogênea apresenta duas ou mais substâncias. Solução saturada não se consegue misturar mais nada. Ponto máximo da solubilidade. Solução insaturada quando ainda pode ser misturada e não chegou ao máximo da solubilidade.	

Na situação 5, embora o aluno citasse alguns tipos de soluções sólidas, líquidas e gasosas, ele não demonstrou entendimento sobre o conceito de solução. Percebe-se que o aluno utilizou o termo solução, sem considerar seu correto significado. Ele continuou a considerar, nesta situação, que substância é uma mistura homogênea (critério A).

Na situação 6, o aluno avançou no conceito de solução, pois passou a considerar mistura sendo um sistema contendo uma ou mais substâncias. Também ampliou suas ideias sobre soluções saturadas e insaturadas, embora de forma não científica (critério E). Quanto à visão microscópica da dissolução, o aluno fez uma representação em forma de desenho que ilustrou a ideia da existência de partículas eletricamente carregadas que interagem, demonstrando, assim, um avanço nas concepções microscópicas sobre soluções e processo de dissolução. Com esses resultados, construiu-se o gráfico 4, a seguir:

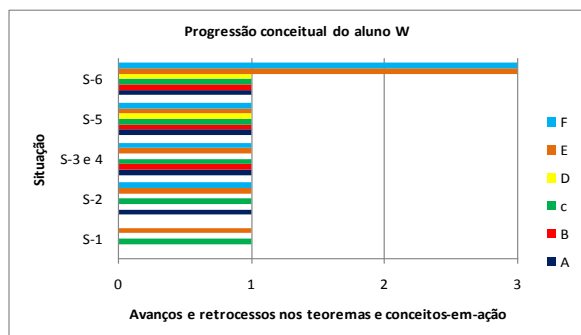


Gráfico 4: Avanços e retrocessos dos teoremas e conceitos-em-ação do aluno “W”

Através da análise do gráfico 4, foi possível observar o avanço das concepções de acordo com os critérios E: construção e compreensão do limite de solubilidade e F: visão microscópica da dissolução (interações entre as partículas do soluto e do solvente). Em relação aos outros critérios, o aluno não conseguiu progredir seus esquemas explicativos que muitas vezes se apresentaram de maneira alternativa aos conceitos científicos. Pelos dados, pode-se inferir que as concepções alternativas deste aluno estão fortemente arraigadas e as situações não foram suficientemente desafiadoras para que seus teoremas e conceitos-em-ação sofressem progressos.

Conclusão

Através da análise dos dados utilizando a teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud, a hipótese proposta pôde ser confirmada, uma vez que foi possível verificar avanços e retrocessos nos teoremas e conceitos-em-ação dos três alunos no campo conceitual de solução.

Assim como Vergnaud afirmou, foi possível verificar que os avanços e retrocessos não são excludentes, pois dentro de situações diferentes, os alunos tiveram progressos em alguns conceitos e retrocessos em outros, considerando a complexidade do campo conceitual abordado nesta pesquisa.

Pôde-se inferir que em situações mais complexas, alguns alunos puderam aplicar seus teoremas e conceitos-em-ação em níveis cada vez mais elaborados.

Foi possível verificar que o aluno apresentou dificuldades em explicitar seus conhecimentos, muitas vezes não compreendendo os significados dos termos, o que pode implicar na falta de compreensão dos conceitos dentro do domínio do campo conceitual de solução, reafirmando as ideias de Vergnaud sobre o conhecimento implícito ter um papel relevante no domínio da situação e só a explicitação desse conhecimento poderia auxiliar o aluno a avançar no campo conceitual.

Algumas questões que os alunos deixaram de responder podem significar que eles não acessaram recursos operatórios, ou seja, que os esquemas não foram amplos suficientes para que os teoremas e conceitos-em-ação se tornassem teoremas e conceitos científicos.

Dessa forma, pode-se concluir que é possível utilizar a Teoria dos Campos Conceituais como uma ferramenta de análise, não somente na área de matemática, mas também no ensino de ciências, pois através dela foi possível acompanhar os avanços e retrocessos dos alunos, podendo ser uma ferramenta importante para

intervir no ensino e na aprendizagem dos conceitos na área da pesquisa de ensino de química.

Uma das limitações desta pesquisa pode estar baseada no tempo em que as situações foram realizadas. Se o ensino tivesse sido realizado em um período maior de tempo, a construção dos conceitos poderia ter ocorrido de forma efetiva, pois o aluno poderia ter aplicado seus esquemas em situações mais diversas. Cabe aqui, então, ressaltar a importância do papel do professor em elaborar situações que permitam evidenciar estes esquemas que os alunos precisam acionar, o que contribuiria para a consolidação dos conceitos n campos conceitual de soluções.

Referências Bibliográficas

CARMO, Mirian P. **Um estudo sobre a evolução conceitual dos estudantes na construção de modelos explicativos relativos a conceitos de solução e o processo de dissolução**. Dissertação (Mestrado em Educação). 2005, 180f. - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2005.

CARVALHO JR, Gabriel D.; AGUIAR JR, Orlando G. Os campos conceituais de Vergnaud como ferramenta para o planejamento didático. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 25, n. 2, p. 207-227, Agosto 2008.

MOREIRA, Marco A. A teoria dos campos conceituais de Vergnaud, o ensino de ciências e a pesquisa nesta área. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 7, n. 1, 2002. Disponível em: < <http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/revista.htm> > Acesso em: 20 de Novembro 2011.

PAIS, Luiz Carlos. Formação de conceitos nos campos conceituais. In: **Didática da matemática: uma análise da influência francesa**. Belo Horizonte: Autêntica, 2011, p. 51-63.

VERGNAUD, Gérard. La théorie dess champs conceptuels. In: **Didactique des Mathématiques**, Brun J. (org.) Lausanne-Paris: Delachaux, 1996.

VERGNAUD, Gérard. Multiplicative conceptual field: what and why? In Guershon, H. and Confrey, J. (1994). (Eds.) **The development of multiplicative reasoning in the learning of mathematics**. Albany, N.Y.: State University of New York Press. pp. 41-59, 1994.

SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 1, 1993, Rio de Janeiro. VERGNAUD, Gérard. **Teoria dos campos conceituais**. In: NASSER, L. (Ed.). Anais do Seminário Internacional de Educação Matemática. p. 1-26, 1993

VERGNAUD, Gérard. A comprehensive theory of representation for Mathematics Education. **Journal of Mathematical Behavior**, v. 2, n. 17, p. 167-181, 1998.